

MODELACIÓN NUMÉRICA DE UNA UNIÓN ATORNILLADA MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

Autor: Pedro Jiménez Pérez
Tutor: Dr. Esther Real, Prof. Ian Burgess

RESUMEN

Las uniones son un componente muy importante de cualquier estructura metálica ya que proporcionan vínculos entre los principales miembros de la estructura. El fallo de una estructura metálica puede estar determinado por el fallo de sus uniones, por lo que la evaluación de la resistencia de las uniones es un tema de gran importancia.

La investigación experimental en laboratorio es muy costosa y conlleva mucho tiempo realizar los experimentos, además de la dificultad de reproducir las condiciones apropiadas para el ensayo con suficiente fidelidad. Por ello la modelación de las uniones metálicas mediante software avanzado es un recurso de vital importancia para el estudio de las mismas. La comparación de los modelos numéricos con los resultados experimentales disponibles nos permite validar los modelos con el fin de realizar estudios analíticos y paramétricos de las uniones con un coste y tiempo invertido mucho menor.

En particular, las uniones atornilladas con chapa de acero son fáciles de fabricar y de instalar; como resultado son económicas y su uso está muy extendido. En este trabajo de investigación se ha estudiado la unión atornillada de doble chapa simétrica de acero, por lo que se ha creado un modelo en tres dimensiones de elementos finitos altamente detallado usando el software ABAQUS. Este es un modelo complejo para materiales no lineales, con grandes deformaciones y comportamiento de contacto, que es crítico para modelar el comportamiento de la unión, y ha sido analizado con comportamiento elásto-plástico.

Gracias a la comparación del modelo numérico con resultados experimentales se ha demostrado que éste tiene un alto nivel de precisión y se ha utilizado para reproducir el comportamiento de la unión y realizar un estudio paramétrico. Además se ha realizado un estudio comparativo entre los resultados obtenidos aplicando las diversas normativas existentes y el análisis paramétrico. Las normativas estudiadas paralelamente a la creación del modelo numérico de elementos finitos han sido el Documento Básico SE-A Acero, la Instrucción EAE y el Eurocódigo 3.

El estudio paramétrico realizado consiste en analizar la influencia del cambio de espesor y resistencia última del acero de la chapa y alma de la viga y de la ductilidad del tornillo en el comportamiento global de la unión. Para ello se ha aplicado una carga externa hasta llevar a rotura el modelo en los diferentes casos. Como modos de rotura se han observado el corte o doblamiento del tornillo así como el alargamiento del agujero en el alma de la viga o aplastamiento de la chapa de acero.

El estudio comparativo entre las normativas y el modelo numérico de elementos finitos ha mostrado una gran afinidad entre los resultados obtenidos por ambos métodos, tanto en la carga de rotura de la unión como en el tipo de rotura que muestra el estudio de cada uno de los casos analizados. Los resultados muestran que la ductilidad del tornillo es un parámetro importante para uniones con espesores de chapa grandes, ya que la rotura que se produce es por cortadura del tornillo, mientras que en uniones con espesores de chapa pequeños la resistencia última del acero es más relevante, ya que la unión rompe por aplastamiento de la chapa.

Aunque existe una gran afinidad entre los resultados del modelo numérico y los de las normativas hay que destacar que la influencia de determinados parámetros no se refleja en éstas, ya que están limitadas por las variables utilizadas en sus ecuaciones, mientras que en el modelo numérico utilizado se puede estudiar el efecto de la variación de más parámetros sobre el comportamiento global de la unión. Por ello, el uso de modelos numéricos de elementos finitos debidamente calibrados y validados es una útil herramienta para el estudio de las uniones y la mejora de las normativas, ya que una mayor comprensión del comportamiento de las uniones permitiría reducir los márgenes de seguridad para optimizar su uso.